7. Реструктуризация долга: как разделить, чтобы все сложилось. - Школа финансовой грамотности. - URL: http://www.banknn.ru/shkola-finansovoy-gramotnosti/restrukturizaciya-dolga-kak-razdelit-chtoby-vse-slozhilos (дата обращения 25.10.2018 г.).
8. ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 №127-ФЗ.

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НА ОСНОВЕ АВТОРЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ – СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОССИИ И КАЗАХСТАНА

Усенко М.С.[1]
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара

Ключевые слова: электроэнергия, производство, авторегрессионная модель, произведено, потреблено, потери, экспорт, импорт, Россия, Казахстан.

Энергетическая политика государства предполагает планирование изменение показателей сферы энергетики. Поэтому важным моментом в планировании является изучение влияния показателей в соседние моменты времени и её форма. Модельный подход при решении подобных задач является эффективным. Модели авторегрессии позволяют оперативно анализировать данную взаимосвязь оценки энергетических показателей. Модель авторегрессии имеет следующий вид:

$$Y_i = a_0 + \Sigma_{ai} * Y_{i-1} + \varepsilon_i \quad (1)$$

где a_0 - показывает, каким будет итог модели, если влияющие факторы равны нулю, a_i – коэффициенты, которые показывают, степень зависимости Y от того каким он был в прошлом периоде регрессии.

Yi-1 — влияющие факторы, которые в данном случае и есть итоговый Y, но тот, каким он был раньше.

Ɛi — погрешность модели или случайная компонента (это разница между расчетным значением модели за известные периоды и между самими известными значениями, то есть Yрасч. - Y).

Как видно из формулы выше, линейная модель авторегрессии первого порядка состоит только из одного влияющего фактора, а именно из Y-1, то есть изучается наиболее тесная зависимость только от того каким был итоговый показатель периодом с шагом назад. При анализе линейной модели

[1]Студент магистратуры Института экономики и управления Самарского университета. Научный руководитель: Шаталова Т.Н., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики инноваций Самарского университета.

авторегрессии второго и третьего порядка, она состоит из двух и трех влияющих факторов Y_{t-2} иY_{t-3} соответственно, с двумя и тремя шагами назад.

В исследовании построение модели проводится с помощью "Пакета анализа» - Регрессия. Для примера рассмотрим таблицу 1. Для этого выбираем данные из таблицы 1, Excel выдает регрессионную и дисперсионную статистику, которые требуют дальнейшего анализа.

Таблица 1

Данные по производству электроэнергии в Казахстане за период 2005-2017 г.г. со сдвигом на 3 года

Республика Казахстан	Произведено электроэнергии	Yt	Yt-1	Yt-2	Yt-3
2005год	76 566,0	76566	76598,11	78367,2	80326,6
2006год	76 598,1	76598,1	78367,2	80326,6	78710,1
2007год	78 367,2	78 367,2	80326,6	78710,1	82629
2008год	80 326,6	80 326,6	78710,1	82629	86567
2009год	78 710,1	78 710,1	82629	86567	90614
2010год	82 629,0	82 629,0	86567	90614	92614
2011год	86 567,0	86 567,0	90614	92614	94611
2012год	90 614,0	90 614,0	92614	94611	82198
2013год	92 614,0	92 614,0	94611	82198	82658
2014год	94 611,0	94 611,0	82198	82658	91485
2015год	82 198,0	82 198,0	82658	91485	
2016год	82 658,0	82 658,0	91485		
2017 год	91 485,0	91 485,0			

Таблица 1 представляет данные по производству электроэнергии в Казахстане в абсолютных величинах млн. кВт час, с лагом 3 года за исследуемый период 13 лет.

Авторегрессионные модели позволяют оценить степень взаимосвязи показателей во времени. Лаг 1 соответствует связи последующего с предшествующим. Авторегрессия первого порядка по производству электроэнергии имеет вид:

$$Y_t = 26409{,}7 + 0{,}67388 * Y_{t-1} \qquad (2)$$

где 26409,7 – Y- пересечение или свободный член модели; 0,67388 – оценка параметра при переменной X_1; Y_{t-1} - значение показателя в предшествующий период.

Авторегрессия первого порядка

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,670644713
R-квадрат	0,449764331
Нормированный R-квадрат	0,394740764
Стандартная ошибка	4834,415778
Наблюдения	12

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	1	191039981,3	191039981,3	8,174030799	0,016985228
Остаток	10	233715759,1	23371575,91		
Итого	11	424755740,5			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	26409,71218	20030,49293	1,3184754	0,216742997	-18221,00735	71040,43171
Переменная X 1	0,673832594	0,235686051	2,859026198	0,016985228	0,148691347	1,198973841

Рис. 1. Вывод итогов производства электроэнергии авторегрессии первого порядка

На рисунке 1 отображены все значимые коэффициенты, автоматически выведенные программой Excel.

Перечислим выводимые коэффициенты:

Множественный R - множественный коэффициент корреляции;

R^2 – коэффициент детерминации;

Нормированный R-квадрат – скорректированный коэффициент корреляции;

Стандартная ошибка;

P – значение - вероятность ошибки;

Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости P =0,016). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,016) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 67%.

Авторегрессия второго порядка

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,739994315
R-квадрат	0,547591587
Нормированный R-квадрат	0,434489483
Стандартная ошибка	4896,180375
Наблюдения	11

Дисперсионный анализ					
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	2	232129800,7	116064900,3	4,84156855	0,041891189
Остаток	8	191780658,1	23972582,26		
Итого	10	423910458,8			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	23849,73772	24461,30733	0,97499849	0,358117094	-32558,13813	80257,61356
Переменная X 1	0,878938089	0,322208197	2,727857629	0,025931581	0,135924654	1,621951523
Переменная X 2	-0,166190559	0,333158314	-0,498833594	0,631321769	-0,934455008	0,60207389

Рис. 2. Вывод итогов авторегрессии второго порядка

На рисунке 2 - отображены все значимые коэффициенты, автоматически выведенные программой Excel.

Авторегрессия второго порядка имеет вид:

Yt=23849,3+0,8789Yt-1-0,166Yt-2

Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,04. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,0259). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически не значима. Параметр модели при Yt-1 также статистически не значим и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 54%.

Далее на рисунке 3 рассмотрим таблицу со значениями авторегрессии третьего порядка.

Авторегрессия третьего порядка имеет вид:

Yt=9398,6+0,977Yt-1-0,4339Yt-2+0,334Yt-3

Авторегрессия третьего порядка

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,774967485
R-квадрат	0,600574603
Нормированный R-кв	0,400861905
Стандартная ошибка	5298,338106
Наблюдения	10

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	3	253257243,8	84419081,25	3,007192876	0,116493016
Остаток	6	168434320,1	28072386,69		
Итого	9	421691563,9			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	9398,600472	31924,32748	0,294402458	0,778370291	-68717,41479	87514,61573
Переменная X 1	0,977193178	0,386109952	2,530867627	0,044627405	0,032416161	1,921970196
Переменная X 2	-0,433900723	0,485788265	-0,893188976	0,406152756	-1,622581787	0,754780341
Переменная X 3	0,334089673	0,376014494	0,888502115	0,408475417	-0,585984648	1,254163995

Рис. 3. Вывод итогов авторегрессии третьего порядка

На рисунке 3 - отображены все значимые коэффициенты, автоматически выведенные программой Excel.

Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,11. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,044). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 и 3 статистически не значима.

Далее представим сводную таблицу по всем видам данных по России и Казахстану.

Таблица 2

Сводная таблица данных авторегрессии по России и Казахстану за период 2005-2017г.г.

	Модель	Уравнение	Уровень значимости модели F	Значимый лаг и уровень значимости P	R^2
Россия	Производство электроэнергии Авторегрессия первого порядка	-25405,22+1,013*Yt-1	0,000236	0,000236; лаг 1	0,71
	Авторегресия второго порядка	-13452,37+0,85*Yt-1-0,14*Yt-2	0,0719	0,072; лаг 1	0,73
	Авторегрессия третьего порядка	-137149,32+0,83*Yt-1+(-0,14) *Yt-2+0,43*Yt-3	0,04	0,12; лаг 1	0,75

	Потребление электроэнергии авторегрессия первого порядка	3547,22+0,985*Yt-1	0,000801	0,00080; лаг 1	0,69
	Авторегрессия второго порядка	-68394,45+0,677*Yt-1+0,373*Yt-2	0,104	0,1; лаг 1	0,68
	Авторегрессия третьего порядка	148573,21+0,622*Yt-1+0,279*Yt-2+0,225*Yt-3	0,0737	0,21; лаг 1	0,66
	Экспорт авторегрессия первого порядка	12330+03245*Yt-1	0,294	0,294; лаг 1	0,108
	Авторегрессия второго порядка	8644,35+0,2419*Yt-1+0,3999*Yt-2	0,453	0,38; Лаг 2	0,179
	Авторегрессия третьего порядка	7499,8+0,1984*Yt-1+0,2868*Yt-2+0,1407*Yt-3	0,735	0,5; Лаг 2	0,179
	Импорт Авторегрессия первого порядка	4482,77+0,3426*Yt-1	0,3054	0,3054; лаг 1	0,104
	Авторегрессия второго порядка	4246,72+0,2952*Yt-1+0,1279*Yt-2	0,5736	0,43; Лаг 1	0,129
	Авторегрессия третьего порядка	6000+0,5091*Yt-1+0,3192*Yt-2+(-0,7157) *Yt-3	0,112	0,04; Лаг 3	0,6
	Потери авторегрессия первого порядка	9286,477+0,964046*Yt-1	0,0107	0,0107; Лаг 1	0,49
	Авторегрессия второго порядка	26167,9+0,8928*Yt-1+2,7763*Yt-2	0,0409	-2,4; Лаг1	0,55
	Авторегрессия третьего порядка	-35376,9+0,856567*Yt-1+2,206254*Yt-2+0,684917*Yt-3	0,1677	0,167; Лаг 1	0,54
Казахстан	Производство электроэнер. Авторегрессия первого порядка	Yt=26409,7+0,67388Yt-1	0,016	r=1 (0,016)	0,44
Казахстан	Авторегрессия второго порядка	Yt=23849,3+0,8789Yt-1-0,166Yt-2	0,418	0,0259; Лаг 1	0,54
	Авторегрессия третьего порядка	Yt=9398,6+0,977Yt-1-0,4339Yt-2+0,334Yt-3	0,11	0,044 Лаг 1	0,6
	Потребление электроэнер. авторегрессия первого порядка	25558+0,688*Yt-1	0,0158	0,0158; лаг1	0,45
	Авторегрессия второго порядка	28582,85+0,8417*Yt-1+(-0,1829) *Yt-2	0,0514	0,033; Лаг 1	0,52

	Авторегрессия третьего порядка	30416,7+0,8659*Yt-1+(-0,1918) *Yt-2+(-0,0378)*Yt-3	0,187	0,076; Лаг 1	0,52
	Потери авторегрессия первого порядка	4568,89+0,3972*Yt-1	0,197	0,197; Лаг 1	0,16
	Авторегресия второго порядка	7342,87+0,5499*Yt-1+(-0,4996) *Yt-2	0,1505	0,09; Лаг 1	0,37
	Авторегрессия третьего порядка	10888+0,2562*Yt-1+(-0,3252) Yt-2+(0,3162) *Yt-3	0,2616	0,36; Лаг 3	0,46

В таблице 2 приведены регрессионные статистические данные по анализу электроэнергетики России и Казахстана за отчетный период в 13 лет.

Авторегрессия Производства электроэнергии в России первого порядка имеет вид -25405,22+1,013*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,000236). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,000236) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 71%.

Авторегрессия второго порядка имеет вид: Yt = -13452,37+0,85*Yt-1-0,14*Yt-2Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,0719. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,072). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически не значимаи означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 73%.

Авторегрессия третьего порядка имеет вид: Yt=-137149,32+0,83*Yt-1+(-0,14) * Yt-2+0,43*Yt-3. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,04. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,12). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 и 3 статистически не значима.

Авторегрессия Потребления электроэнергии в России первого порядка имеет вид 3547,22+0,985*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,000801). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,000801) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 69%.

Авторегрессия второго порядка имеет вид:Yt = -68394,45+0,677*Yt-1+0.373*Yt-2/ Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,104.

Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,104). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически не значима и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 68%.

Авторегрессия третьего порядка имеет вид: 148573,21+0,622*Yt-1+0,279*Yt-2+0,225*Yt-3. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,04. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,0737). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 и 3 статистически не значима

Авторегрессия экспорта электроэнергии в России первого порядка имеет вид 12330+0,3245*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,249). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,249) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост на 10,8% .

Авторегрессия второго порядка имеет вид:Yt = 8644,35+0,2419*Yt-1+0,3999*Yt-2/ Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,453. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-2 (уровень значимости 0,38). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически значима и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост на 17,95.

Авторегрессия третьего порядка имеет вид: 7499,8+0,1984*Yt-1+0,2868*Yt-2+0.1407*Yt-3 Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,735. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-2 (уровень значимости 0,5). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 3 статистически не значима.

Авторегрессия импорта электроэнергии в России первого порядка имеет вид 4482,77+0,3426*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,3054). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,3054) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост на 10,4.

Авторегрессия импорта второго порядка имеет вид:Yt = 4246,72+0,2952*Yt-1+0,1279*Yt-2. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,5736. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,43). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически значима и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 12,9%.

Авторегрессия импорта третьего порядка имеет вид: 6000+0,5091*Yt-1+0,3192*Yt-2+(-0,71,57)*Yt-3 Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,112. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-3 (уровень значимости 0,04). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 3 статистически значима, в последующем будет наблюдаться рост на 60%.

Авторегрессия потерь электроэнергии в России первого порядка имеет вид 9286,477+0,964046*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,0107). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,0107) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 49%.

Авторегрессия потерь второго порядка имеет вид: Yt = 26176,9+0,8928*Yt-1+2,7763*Yt-2Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,0409. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости -24). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически не значима и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 55%.

Авторегрессия потерь третьего порядка имеет вид: Yt=-35376,9+0,8928*Yt-1+2,206254*Yt-2+0,68491*Yt-3. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,1677. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,164). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 и 3 статистически не значима.

Авторегрессия потребления электроэнергии в Казахстане первого порядка имеет вид 25558+0,688*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,0158). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,0158) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 45%.

Авторегрессия потребления второго порядка имеет вид: Yt = 28528,85+0,8417*Yt-1+(-0,1829)*Yt-2. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,00,0514. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,033). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически не значима и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 52%.

Авторегрессия потребления третьего порядка имеет вид: Yt=30416,7+0,8659*Yt-1+(-0,1918)*Yt-2+(-0,0378)*Yt-3. Данное уравнение

статистически значимо на уровне 0,187. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,076). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 и 3 статистически не значима.

Авторегрессия потерь электроэнергии в сетях в Казахстане первого порядка имеет вид 4568,89+0,3972*Yt-1. Регрессионная статистика свидетельствует о статистической значимости линейной формы связи между показателями текущего периода и предшествующего (уровень значимости 0,197). Параметр модели при Yt-1 также статистически значим (уровень значимости 0,197) и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 16%.

Авторегрессия потерь электроэнергии в сетях второго порядка имеет вид: Yt = 7342,87+0,5499*Yt-1+(-0,49996)*Yt-2. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,1505. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,09). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 статистически не значима и означает, что при изменении показателя на единицу измерения величины в предшествующем периоде, в последующем будет наблюдаться рост примерно на 37%.

Авторегрессия потерь электроэнергии в сетях третьего порядка имеет вид: Yt=10888+0,2562*Yt-1+(-0,3252)*Yt-2+(-0,03162)*Yt-3. Данное уравнение статистически значимо на уровне 0,187. Статистически значимым является только коэффициент при Yt-1 (уровень значимости 0,2616). Таким образом, зависимость между данными сдвинутыми на лаг 2 и 3 статистически не значима.

Список использованных источников:

1) Госпрограмма «Цифровой Казахстан» утверждена постановлением Правительства РК №827 от 12.12.2017 66 стр.
2) Государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» в редакции от 30.03.2018 № 371
3) R.Frish, Editors note, Econometrica. vol. 1 pp 1-4, 1993.
4) Перевод Берндт Э., Практика эконометрики. Классика и современность М,: ЮНИТИ, 2005.
5) Носков В.П. Эконометрика для начинающих, М.: Изд. ИЭП, 2000
6) Магнус Я.Р., Котышев П.К. Пересецкий А.А. Эконометрика, М. Дело, 2007.
7) Оклей П.И. Внедрение метода RAB: проблемы и стратегии электросетевых компаний[Текст]: журнал «Менеджмент в России и зарубежом» 2010г., №1
8) Вечканов, Г.С. Макроэкономика[Текст]: учеб пособие для вузов/ Г.С. Вечканов, Г.Г. Вечканова – СПб.: Питер, 2011 – стр. 385
9) Канторович, Г.Г. Анализ временных рядов[Текст]: лекционные и методические материалы: экономический журнал ВШЭ; 2003г, №1
10) Грекова, Т.И., Филатова, Т.В. построение трендовых моделей экономической системы[Текст]: Журнал « Вестник томского государственного университета».